

# ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННОЙ РИТМИКИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Н.Ф. Двойнова<sup>1</sup>, Е.Ю. Дудник<sup>2</sup>

Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

Эл. почта: <sup>1</sup>dnfsach@yandex.ru, <sup>2</sup>cnopa2000@mail.ru

Статья поступила в редакцию 12.05.2025; принята к печати 10.07.2025

Исследованы различия по сезонной ритмике клена остролистного (*Acer platanoides* L.) и рябины смешанной (*Sorbus commixta* Hedl.), используемых в озеленении территории городского округа «город Южно-Сахалинск» между периодами 1971–1981 годов и 2023–2024 годов. Применялся маршрутный метод наблюдения за прохождением ключевых фенологических фаз в течение всего вегетационного сезона. Выявлены значимые сдвиги во временных рамках протекания фенологических явлений, вызванные природно-климатическими переменами и особенностями городской среды. Отмечено значительное увеличение продолжительности вегетационного периода, а также пространственно-временная дифференциация в прохождении фаз распускания почек, начала цветения и окончания листопада между центральными городскими и пригородными территориями. Работа создает основу для оценки устойчивости древесных растений к изменяющимся климатическим условиям, для формирования практических рекомендаций по озеленению округа и повышения привлекательности зеленых зон для жителей и туристов путем учета биоритмов деревьев.

**Ключевые слова:** фенология, онтогенез, клен остролистный (*Acer platanoides* L.), рябина смешанная (*Sorbus commixta* Hedl.), маршрутный метод, природно-климатические условия, городская среда.

## STUDY OF SEASONAL RHYTHMICS OF WOODY PLANTS IN URBANIZED TERRITORIES

N.F. Dvoynova<sup>1</sup>, E.Y. Dudnik<sup>2</sup>

Sakhalin State University Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Email: <sup>1</sup>dnfsach@yandex.ru, <sup>2</sup>cnopa2000@mail.ru

The article reports on the comparison of the seasonal rhythmicity of holly maple (*Acer platanoides* L.) and mixed mountain ash (*Sorbus commixta* Hedl.), which are used for landscaping the territory of the Yuzhno-Sakhalinsk Urban District, in the period 1971–1981 and in the modern time (2023–2024). The route method of observation was used for monitoring the passage of key phenological phases throughout the vegetation season. Significant shifts in the time frames of the phenological phenomena caused by natural and climatic changes and the peculiarities of the urban environment have been identified. There was a significant increase in the duration of the vegetation season, as well as a spatiotemporal differentiation in the phases of budding, of the onset of flowering and of the end of leaf fall between central urban and suburban areas. The work provides a basis for assessing the resistance of woody plants to changing climatic conditions, for developing of recommendations for urban landscaping, and for increasing the attractiveness of green areas for residents and tourists due to taking into account the biorhythms of trees.

**Keywords:** phenology, ontogenesi, holly maple (*Acer platanoides* L.), mixed mountain ash (*Sorbus commixta* Hedl.), route method, natural and climatic conditions, urban environment.

### Введение

Рост и развитие растений связаны с условиями внешней среды [4, 9, 11, 18, 22, 36, 39]. Городская среда создает уникальные условия для роста древесных растений, которые сталкиваются с различными стрессовыми факторами [8, 14, 19, 28]. Климатические, почвенно-грунтовые и топографические факторы составляют комплекс факторов абиотической среды или косной природы. Только при наличии всех этих факторов и оптимальном их сочетании растения могут нормально расти и развиваться [17, 27]. Фенология древесных растений представляет собой важное

направление исследовательской работы, связанное с анализом временных периодов жизненных циклов, в частности, цветения, распускания листьев и других фенофаз растений [6, 12, 33, 38]. Наблюдения за этими процессами в условиях городской среды особенно актуальны, так как городская экосистема значительно влияет на эти циклы. Одним из главных факторов влияния являются суммы эффективных температур, определяющие сроки наступления ключевых жизненных фаз древесных растений. Поэтому постоянный мониторинг фенологических изменений необходим для прогнозирования рационального городского озе-

ления и повышения точности прогнозирования последствий климатических сдвигов [1, 2, 7, 10, 21, 26].

Несмотря на разнообразные ботанические исследования [5, 16, 20, 25, 29, 30, 31], в Сахалинской области практически отсутствуют данные по сезонной ритмике древесных растений на урбанизированных территориях. Однако в 1984 году был выпущен сборник «Эколого-фенологические исследования Сахалинской области», в котором приведены результаты исследований по фенологии развития древесных растений клена остролистного (*Acer platanoides* L.) и рябины смешанной (*Sorbus commixta* Hedl.) в условиях г. Южно-Сахалинска и его окрестностей в 1971–1981 годы [15]. Данные материалы исследования были использованы нами в качестве контрольных, что позволило сравнить полученные ранее данные с результатами современных наблюдений, проведенных нами в 2023–2024 годах и выявить произошедшие изменения в сроках развития фенофаз исследуемых растений под воздействием изменений природно-климатических факторов, главным образом изменения температуры.

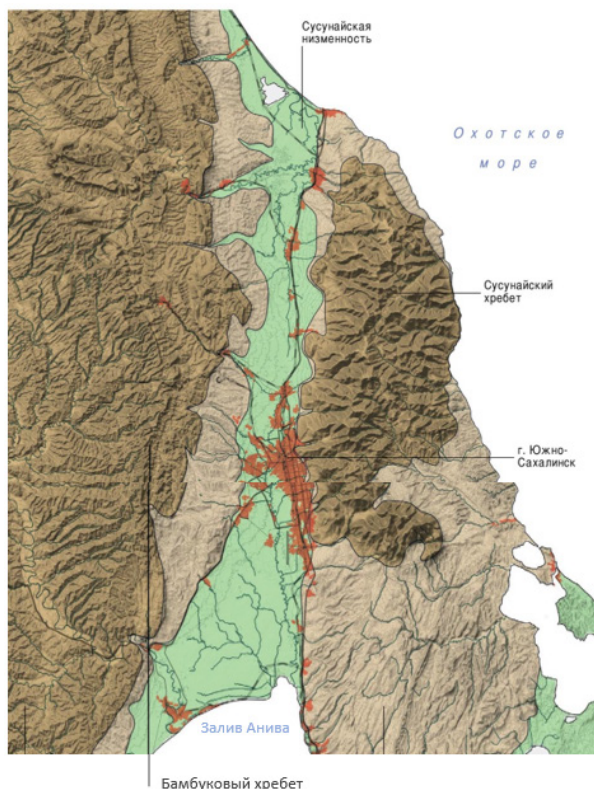
### Материалы и методы

Исследовано сезонное развитие древесных растений в городском округе «Город Южно-Сахалинск» (ГО). ГО расположен на равнине юго-востока о. Са-

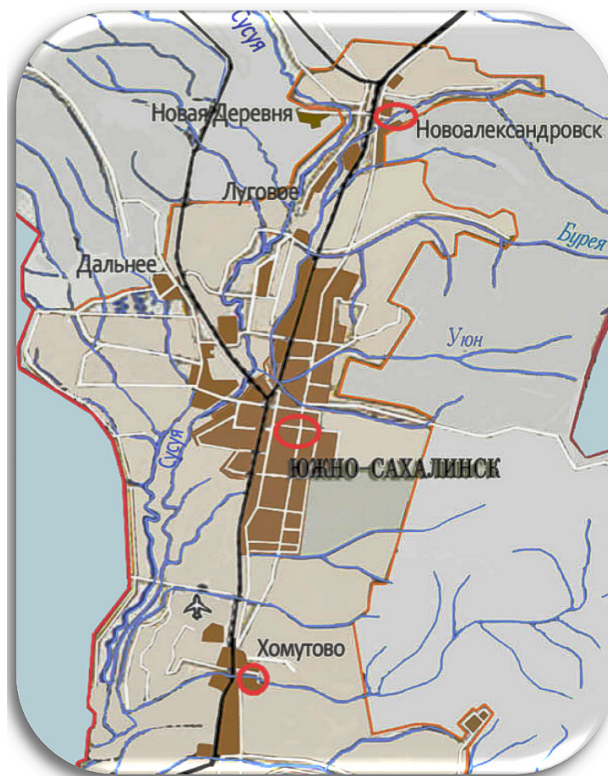
халин в центральной части Сусунайской долины, вытянутой в меридиональном направлении, между двух хребтов Сусунайским и Бамбуковым (рис. 1). Исследование проводилось на трех территориях, включенных в ГО: г. Южно-Сахалинск и планировочные районы Хомутово и Ново-Александровск (рис. 2).

Площадки исследования подобраны с максимальным сходством: рельеф равнинный, водоемы отсутствуют, залегание грунтовых вод верхнее с глубиной от 1,8 до 2,0 м; почва имеет схожие свойства: механические (песчаники легкого гранулометрического состава); физические (водопроницаемость высокая – от 40 до 46 см/сут, объем пористости 45–55%, реакция среды умеренно-кислая,  $pH \approx 5,6–6,2$ ); общий азот – от 0,15 до 0,35%; доступный фосфор – от 16 до 30 мг/кг почвы; обменный калий – от 220 до 280 мг/кг почвы; удаленность от дорог и промышленных предприятий. Все площадки имеют одинаковую ориентацию по сторонам света – юго-запад).

Поскольку исследуемые площадки расположены близко друг к другу, даты наступления сезонов и подсезонов представлены на территории ГО в целом (табл. 1). Анализ показывает заметные изменения в характере наступления сезонов и подсезонов на исследуемой территории. За последние десятилетия отмечается



**Рис. 1.** Географическое положение г. Южно-Сахалинск на о. Сахалин



**Рис. 2.** Точки постоянного фенологического мониторинга объектов исследования

тенденция к сокращению продолжительности зимнего периода, что выражается в более раннем завершении холодных месяцев. Вместе с тем весенний этап демонстрирует постепенное расширение границ, свидетельствуя о быстром пробуждении природы и усиленном развитии растительности. Летний сезон претерпел лишь небольшие изменения в длительности, сохранив стабильность несмотря на повышение среднегодовых температур. Осень же характеризуется большей вариативностью: ее отдельные фазы демонстрируют разноплановые сдвиги, включая и некоторое увеличение начальной стадии осени. Общее изменение структуры сезонов позволяет говорить о формирующемся новом режиме чередования тепла и холода.

Природно-климатические особенности аналогичных территорий в 1971–1981 и 2023–2024 годах сопоставлены в табл. 2. Использованы метеорологические данные по Южно-Сахалинску, Ново-Александровску Хомутову, доступные на сайте GISMETEO (раздел – дневник погоды) и на сайте Atlas-yakutia.ru, а именно данные «ВНИИГМИ-МЦД» (<http://meteo.ru/data/>), где представлена статистика за последние 100 лет.

Исходя из данных табл. 2, можно сделать вывод об отчетливой тенденции изменения природно-климатических условий на исследованных территориях. Наблюдаются повышение среднегодовой температуры, смягчение зимнего периода (увеличение абсолютного минимума), интенсивное нагревание летом (рост абсолютного максимума), уменьшение количества осадков, сокращение продолжительности снежного покрова и раннее наступление положительных температур весной. Особенно важным является то, что переход температуры через 0°C 2023–2024 годах происходит раньше на 10 – 20 дней, чем в 1971–1981 годах, что ускоряет процессы таяния снега и влияет на гидрологический режим территорий.

Анализ данных среднемесячных температур исследуемых территорий с 1971 по 2024 год показал, что средние температуры каждого месяца в 2023–2024 годах были выше, чем в 1971–1981 годах, в среднем на 0,2–2,4 °C. Этот вывод сделан на основании обработки статистических материалов за указанный период.

В геоботаническом отношении ГО расположен в подзоне южной темнохвойной тайги, характеризующейся рядом особенностей. Распространены елово-пихтовые и березовые леса с преобладанием пихты, а также теплолюбивые древесные виды, например, тис и широколиственные (дуб, клен, вяз, ясень и др.), лиственные леса (береза, ива, тополь, осина) в сочетании с лиственницей и кустарниковый компонент тайги (рябина, боярышник, черемуха). Исследования показывают, что разнообразие древесных растений в ГО разное на разных территориях: в парках отмечается большое число видов, в то время как на открытых

участках города это число заметно уменьшается. В зеленых зонах было зафиксировано 56 видов древесных растений, в то время как по городу 38.

В качестве объектов нашего исследования выбраны широко применяемые в городском озеленении ГО древесные виды – клен остролистный (*Acer platanoides* L.) и рябина смешанная (*Sorbus commixta* Hedl.). Этот выбор сделан, поскольку фенофазы тех же видов были изучены в 1971–1981 годах [15]. В табл. 3 представлены характеристики объектов исследования.

Фенологические наблюдения проводили по общепринятым методикам [3, 23, 34]. Важным аспектом исследования стала визуальная регистрация сроков начала и окончания фенологических явлений, что позволило оценить влияние абиотических факторов на развитие и сохранение этих видов. В ходе исследования учитывались концептуальные основы фенологии по И.Н. Бейдеману [3]: «Фенофазы морфологически должны выражаться в появлении на растениях определенных органов – почек, листьев, бутонов, плодов – это связано не только с природными особенностями, но и с комплексом внешних условий. Для комплексной оценки сезонного развития растений в целом по каждой наблюдаемой фенофазе необходимо отмечать количественные показатели фенофаз, устанавливая их путем визуального числа органов, вступивших в фенофазу в пределах одного растения. Началом фенологической фазы считается момент, при котором от 5 до 10 % ветвей древесного растения имеют признаки этой фазы. Конец фенологической фазы отмечается в том случае, когда осталось всего 5 – 10 % ветвей растений с признаками этой фазы. При соблюдении правил проведения наблюдений, сроки наступления фенологических фаз у наблюдаемых экземпляров регистрируются с точностью до суток».

Отмечали следующие фенофазы:

- набухание почек (Пч<sub>1</sub>);
- распускание почек (Пч<sub>2</sub>);
- начало облиствения (Л<sub>1</sub>);
- полное облиствение (Л<sub>2</sub>);
- начало цветения (Ц<sub>4</sub>);
- конец цветения (Ц<sub>5</sub>);
- начало созревания плодов (Пл<sub>1</sub>);
- конец созревания плодов (Пл<sub>2</sub>);
- начало пожелтения листьев (Л<sub>4-1</sub>);
- полное пожелтение листьев (Л<sub>4-2</sub>);
- начало опадения листьев (Л<sub>5-1</sub>);
- полное опадение листьев (Л<sub>5-2</sub>);
- начало опадения плодов (Пл<sub>4-1</sub>);
- конец опадения плодов (Пл<sub>4-2</sub>).

Эти фенофазы позволяют также определять продолжительность вегетации, цветения и созревания плодов [37]. По данным фенологического мониторинга построены фенологические спектры растений (рис. 3, 4).



Табл. 1

Даты наступления сезонов и подсезонов на территории городского округа «город Южно-Сахалинск», периоды 1971–1981 и 2023–2024 годы.

| Сезон/подсезон | Дата начала     | Дата завершения | Длительность, дни | Дата начала     | Дата завершения | Длительность, дни |
|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|                | 1971 – 1981 гг. |                 |                   | 2023 – 2024 гг. |                 |                   |
| ГОД            | 13.11           | 12.11           | 365               | 15.11           | 14.11           | 365               |
| ЗИМА           | 13.11           | 14.04           | 153               | 15.11           | 07.04           | 144               |
| Предзимье      | 13.11           | 11.12           | 29                | 15.11           | 11.12           | 26                |
| Глубокая зима  | 12.12           | 28.03           | 107               | 12.12           | 27.03           | 106               |
| Предвесенье    | 29.03           | 11.04           | 14                | 28.03           | 07.04           | 11                |
| ВЕСНА          | 12.04           | 06.06           | 56                | 08.04           | 07.06           | 61                |
| Первовесенье   | 12.04           | 21.04           | 10                | 08.04           | 20.04           | 13                |
| Голая весна    | 22.04           | 21.05           | 30                | 21.04           | 19.05           | 29                |
| Зеленая весна  | 22.05           | 06.06           | 16                | 20.05           | 07.06           | 19                |
| ЛЕТО           | 07.06           | 03.09           | 89                | 08.06           | 06.09           | 91                |
| Перволетье     | 07.06           | 16.07           | 40                | 08.06           | 14.07           | 37                |
| Полное лето    | 17.07           | 17.08           | 32                | 15.07           | 16.08           | 33                |
| Позднее лето   | 18.08           | 03.09           | 17                | 16.08           | 06.09           | 22                |
| ОСЕНЬ          | 04.09           | 12.11           | 70                | 07.09           | 14.11           | 69                |
| Первоосенье    | 04.09           | 03.10           | 30                | 07.09           | 08.10           | 32                |
| Глубокая осень | 04.10           | 29.10           | 26                | 09.10           | 01.11           | 24                |
| Послеосенье    | 30.10           | 12.11           | 14                | 02.11           | 13.11           | 12                |

Табл. 2

Сравнительная характеристика климатических показателей исследуемых площадок

| Название                           |      | Южно-Сахалинск                     |                    | Хомутово                           |                           | Ново-Александровск                 |                                 |
|------------------------------------|------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Период                             |      | 1971 – 1981                        | 2023 – 2024        | 1971 – 1981                        | 2023 – 2024               | 1971 – 1981                        | 2023 – 2024                     |
| Тип климата                        |      | Умеренно-муссонный                 |                    |                                    |                           |                                    |                                 |
| Среднегодовая температура, °C      |      | +2,5                               | +2,8               | +2,5                               | +2,7                      | +2,2                               | +2,6                            |
| Абсолютный минимум, °C             |      | –36,2                              | –33,1              | –36,8                              | –34,2                     | –37,0                              | –35,6                           |
| Абсолютный максимум, °C            |      | +32,4                              | +34,7              | +34,2                              | +35,2                     | +31,4                              | +33,8                           |
| Количество осадков, мм/год         |      | 890                                | 861                | 874                                | 868                       | 886                                | 857                             |
| Среднегодовая влажность воздуха, % |      | 82                                 | 82                 | 82                                 | 82                        | 82                                 | 82                              |
| Количество часов солнечного сияния |      | 1911                               | 1933               | 1920                               | 1936                      | 1908                               | 1919                            |
| Высота снежного покрова, см        |      | 48                                 | 43                 | 52                                 | 48                        | 54                                 | 50                              |
| Длительность снежного покрова, дн. |      | 142                                | 122                | 139                                | 117                       | 146                                | 127                             |
| Время схождения снега              |      | Конец апреля – первая половина мая | Середина -         | Конец апреля – первая половина мая | Середина – конец апреля   | Конец апреля – первая половина мая | Конец апреля – первые числа мая |
| Переход температуры выше 0°C       |      | В первой декаде марта              | В середине февраля | В первой декаде марта              | В середине февраля        | В середине марта                   | В конце февраля                 |
| Преобладающие ветры                | Зима | Северные                           | Северные           | Северные, северо-западные          | Северные, северо-западные | Северо-западные                    | Северо-западные летом           |
|                                    | Лето | Южные                              | Южные              | Южные                              | Южные                     | Северо-восточные                   | Северо-восточные                |

Табл. 3

Характеристика объектов фенологических исследований в 2023–2024 годах

| Место                         | Южно-Сахалинск   | Хомутово | Ново-Александровск |
|-------------------------------|------------------|----------|--------------------|
| Клен остролистный             |                  |          |                    |
| Число деревьев                | 12               | 10       | 8                  |
| Число площадок / площадь, км² | 1/0,07           | 1/0,04   | 1/0,19             |
| Возраст, годы                 | 25               | 23       | 29                 |
| Возрастное состояние          | Средневозрастное |          |                    |
| Посадка                       | Групповая        |          |                    |
| Рябина смешанная              |                  |          |                    |
| Число деревьев                | 10               | 9        | 11                 |
| Число площадок / площадь, км² | 1/0,07           | 1/0,04   | 1/0,19             |
| Возраст, лет                  | 20               | 25       | 23                 |
| Возрастное состояние          | Средневозрастное |          |                    |
| Посадка                       | Групповая        |          |                    |

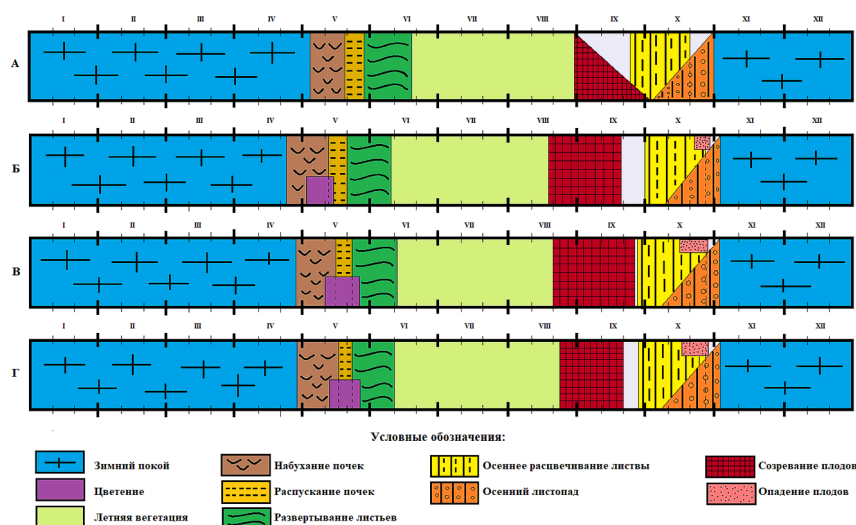


Рис. 3. Линейный феноспектр клена остролистного. А: 1971–1981 годы, Б: Южно-Сахалинск (2023–2024); В: Ново-Александровск (2023–2024); Г: Хомутово (2023–2024).

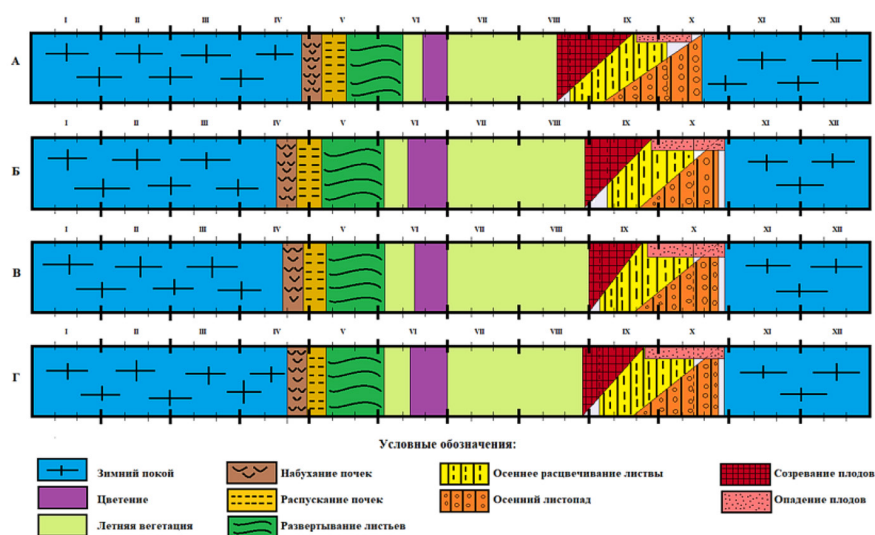


Рис. 4. Линейный феноспектр рябины смешанной. А – 1971–1981 годы, Б: Южно-Сахалинск (2023–2024); В: Ново-Александровск (2023–2024); Г: Хомутово (2023–2024).

Табл. 4

## Средние даты наступления фенологических фаз клена остролистного

| Период / место |                    | Развитие<br>ростовых<br>почек |                 | Развитие листвы |                |                  |                  |                  | Цветение         |                | Созревание и<br>опадение плодов<br>(семян) |                 |                 |                   | Длительность,<br>дни |          |                      |           |
|----------------|--------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|--------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------------|----------|----------------------|-----------|
|                |                    | Пч <sub>1</sub>               | Пч <sub>2</sub> | Л <sub>1</sub>  | Л <sub>2</sub> | Л <sub>4-1</sub> | Л <sub>4-2</sub> | Л <sub>5-1</sub> | Л <sub>5-2</sub> | Ц <sub>4</sub> | Ц <sub>5</sub>                             | Пл <sub>1</sub> | Пл <sub>2</sub> | Пл <sub>4-1</sub> | Пл <sub>4-2</sub>    | Цветение | Созревание<br>плодов | Вегетация |
| 1971–81        |                    | 03.05                         | 19.05           | 27.05           | 18.06          | 23.09            | 20.10            | 03.10            | 30.10            | НД*            | НД                                         | 31.08           | 01.10           | НД                | НД                   | НД       | 31                   | 170       |
| 2023-4         | Южно-Сахалинск     | 23.04                         | 11.05           | 20.05           | 09.06          | 30.09            | 27.10            | 09.10            | 02.11            | 02.05          | 14.05                                      | 18.08           | 19.09           | 22.10             | 30.10                | 12       | 32                   | 199       |
|                | Ново-Александровск | 27.04                         | 14.05           | 22.05           | 11.06          | 27.09            | 27.10            | 07.10            | 02.11            | 10.05          | 26.05                                      | 20.08           | 25.09           | 15.10             | 28.10                | 16       | 36                   | 189       |
|                | Хомутово           | 28.04                         | 16.05           | 22.05           | 10.06          | 27.09            | 27.10            | 07.10            | 02.11            | 12.05          | 26.05                                      | 23.08           | 20.09           | 16.10             | 28.10                | 14       | 29                   | 188       |

\* Нет данных

Табл. 5

## Средние даты наступления фенологических фаз рябины смешанной

| Период / место |                    | Развитие<br>ростовых<br>почек |                 | Развитие листвы |                |                  |                  |                  | Цветение         |                | Созревание и<br>опадение плодов<br>(семян) |                 |                 |                   | Длительность,<br>дни |          |                      |           |
|----------------|--------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|--------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------------|----------|----------------------|-----------|
|                |                    | Пч <sub>1</sub>               | Пч <sub>2</sub> | Л <sub>1</sub>  | Л <sub>2</sub> | Л <sub>4-1</sub> | Л <sub>4-2</sub> | Л <sub>5-1</sub> | Л <sub>5-2</sub> | Ц <sub>4</sub> | Ц <sub>5</sub>                             | Пл <sub>1</sub> | Пл <sub>2</sub> | Пл <sub>4-1</sub> | Пл <sub>4-2</sub>    | Цветение | Созревание<br>плодов | Вегетация |
| 1971–81        |                    | 27.04                         | 5.05            | 16.05           | 10.06          | 22.08            | 3.10             | 6.09             | 19.10            | 19.06          | 30.06                                      | 16.08           | 18.09           | 20.09             | 14.10                | 11       | 33                   | 159       |
| 2023-4         | Южно-Сахалинск     | 15.04                         | 24.04           | 05.05           | 02.06          | 07.09            | 15.10            | 21.09            | 26.10            | 12.06          | 30.06                                      | 29.08           | 27.09           | 27.09             | 29.10                | 18       | 29                   | 197       |
|                | Ново-Александровск | 18.04                         | 28.04           | 07.05           | 02.06          | 04.09            | 15.10            | 19.09            | 26.10            | 15.06          | 30.06                                      | 30.08           | 22.09           | 25.09             | 29.10                | 15       | 31                   | 194       |
|                | Хомутово           | 20.04                         | 29.04           | 07.05           | 02.06          | 04.09            | 15.10            | 19.09            | 26.10            | 13.06          | 30.06                                      | 28.08           | 24.09           | 25.09             | 29.10                | 17       | 27                   | 192       |

Табл. 6

## Сдвиги по фенологическим фазам сезонного развития клена остролистного, дни

| Период / место |                    | Фенологические фазы |                 |                |                |                  |                  |                  |                  |                |                |                 |                 |                   |                   |
|----------------|--------------------|---------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                |                    | Пч <sub>1</sub>     | Пч <sub>2</sub> | Л <sub>1</sub> | Л <sub>2</sub> | Л <sub>4-1</sub> | Л <sub>4-2</sub> | Л <sub>5-1</sub> | Л <sub>5-2</sub> | Ц <sub>4</sub> | Ц <sub>5</sub> | Пл <sub>1</sub> | Пл <sub>2</sub> | Пл <sub>4-1</sub> | Пл <sub>4-2</sub> |
| 1971–81: дата  |                    | 03.05               | 19.05           | 27.05          | 18.06          | 23.09            | 20.10            | 03.10            | 30.10            | -              | -              | 31.08           | 01.10           | -                 | -                 |
| 2023-4: сдвиг  | Южно-Сахалинск     | +10                 | +8              | +7             | +9             | -7               | -7               | -6               | -3               | 02.05          | 14.05          | +13             | +12             | 22.10             | 30.10             |
|                | Ново-Александровск | +6                  | +5              | +5             | +7             | -4               | -7               | -4               | -3               | -8             | -12            | +11             | +6              | +7                | +2                |
|                | Хомутово           | +5                  | +3              | +5             | +8             | -4               | -7               | -4               | -3               | -10            | -12            | +8              | +11             | +6                | +2                |

Табл. 7

## Сдвиги по фенологическим фазам сезонного развития рябины смешанной, дни

| Период / место |                    | Фенологические фазы |                 |                |                |                  |                  |                  |                  |                |                |                 |                 |                   |                   |
|----------------|--------------------|---------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                |                    | Пч <sub>1</sub>     | Пч <sub>2</sub> | Л <sub>1</sub> | Л <sub>2</sub> | Л <sub>4-1</sub> | Л <sub>4-2</sub> | Л <sub>5-1</sub> | Л <sub>5-2</sub> | Ц <sub>4</sub> | Ц <sub>5</sub> | Пл <sub>1</sub> | Пл <sub>2</sub> | Пл <sub>4-1</sub> | Пл <sub>4-2</sub> |
| 1971–81: дата  |                    | 27.04               | 5.05            | 16.05          | 10.06          | 22.08            | 3.10             | 6.09             | 19.10            | 19.06          | 30.06          | 16.08           | 18.09           | 20.09             | 14.10             |
| 2023-4: сдвиг  | Южно-Сахалинск     | +12                 | +11             | +11            | +8             | -16              | -12              | -15              | -7               | +7             | 0              | -13             | -9              | -7                | -15               |
|                | Ново-Александровск | +9                  | +7              | +9             | +8             | -13              | -12              | -13              | -7               | +4             | 0              | -14             | -4              | -5                | -15               |
|                | Хомутово           | +7                  | +6              | +9             | +8             | -13              | -12              | -13              | -7               | +6             | 0              | -12             | -6              | -5                | -15               |

## Результаты и обсуждение

Проведены двухлетние фенологические наблюдения в 2023 и 2024 годах за кленом остролистным и рябиной смешанной в трех районах: г. Южно-Сахалинск (центр) и планировочные районы Ново-Александровск и Хомутово.

Средние даты наступления фенологических фаз для исследуемых древесных растений представлены в табл. 4, 5. Сравнительная оценка исследуемых древесных растений по сезонному развитию в центре города и на окраине (1971–1981 и 2023–2024 годы) представлены в таблицах 6, 7.

На рисунках 3 и 4 показаны фенологические спектры клена остролистного и рябины смешанной в периоды 1971–1981 и 2023–2024 годов в трех районах исследования.

В 2023–2024 годах фенологические фазы у клена остролистного проходят раньше, чем в 1971–1981 годах. Исключение составляют осенние фазы (желтение и листопад), которые приходят позже. К главным изменениям можно отнести раннее распускание почек, начальное и полное облиствение, а также начало цветения. Наименьший сдвиг – полная фаза цветения, наибольший – распускание почек. В Южно-Сахалинске весенние фенофазы наступают в 2023–2024 годах на 5–11 суток раньше, чем в 1971–1981. В периферийных районах (Хомутово и Ново-Александровск) эти процессы происходят позже, чем в городе, на 2–6 суток. Вегетационный период у клена остролистного увеличился во всех пунктах исследования. Наибольший прирост наблюдается в центре Южно-Сахалинска (29 дней), наименьший – в планировочных районах Хомутово (19 дней) и Ново-Александровск (17 дней).

Подобно клену, у рябины смешанной в 2023–2024 годах наблюдается раннее прохождение весенних фенофаз и некоторое отставание осенних при сравнении с 1971–1981 годами. Быстрое распускание почек и облиствение в городе на 11 суток раньше, чем в 1971–1981 годах. Начало пожелтения и листопада на 7–16 суток, в Хомутово задержка на 3–5 суток при сравнении с городом, а в Ново-Александровске интервал промежуточный между интервалами в городе и Хомутово. Вегетационный период у рябины смешанной значительно увеличился во всех пунктах исследования. Наибольший прирост наблюдается в городе (38 дней), меньший прирост – в планировочных районах Хомутово, Ново-Александровск (30 дней).

Таким образом, в 2023–2024 годах отмечены изменения фенологических фаз у древесных растений

при сравнении с периодом 1971–1981 годов: весенние фазы наступают раньше, увеличивается продолжительность вегетационного периода. Также можно отметить пространственные различия между центром города и окраинами.

## Заключение

Проведенное исследование выявило изменения в природно-климатических условиях, сезонной ритмике клена остролистного и рябины смешанной в 2023–2024 годах при сравнении с аналогичным исследованием в 1971–1981 годах на рассмотренных территориях Городского округа. В исследуемых районах среднемесячные температуры в 2023–2024 годах стабильно превышают показатели 1971–1981 годов на 0,2–2,4°C, среднегодовые – на 0,3–0,4°C, что сопровождается смягчением зимнего минимума и увеличением максимальной летней температуры. Объем осадков уменьшился на 23–29 мм, а продолжительность снежного покрова сократилась на 15–29 дней создавая предпосылки для раннего наступления весенних фенофаз. Одна из важнейших тенденций – ранний переход температуры через 0°C, происходящий в феврале против марта в 1971–1981 годах, что укорачивает период низких температур и стимулирует более ранние вегетационные процессы у растений.

Удлинение вегетационного периода у исследуемых видов стало возможным благодаря сокращению зимнего периода, удлинению летнего, в связи с чем распускание почек, облиствение, цветение происходят раньше, а пожелтение и листопад наступают позже, чем в 1971–1981 годах, что увеличивает эффективный период роста и развития растений. Городская среда явно демонстрирует эффект «теплового острова», стимулирующий ускорение фенологических фаз. В отличие от контрольного периода, распускание почек, к примеру, у клена в городе проходит на 8 суток раньше, а цветение начинается на 7–10 суток раньше, чем на периферийных участках.

Использованные методы исследования фенологических фаз оказались эффективными инструментами для выявления связей между изменениями природно-климатических условий и фенологией растений. Полученные нами результаты исследования могут служить основой для формирования базы данных фенологической информации о растениях, последующей интеграции с моделями прогнозирования долгосрочной стратегии рационального городского озеленения.

## Литература

1. Абаимов ВФ. Дендрология: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт; 2025.
2. Авдеева ЕВ. Специфика роста древесных растений в условиях городской среды. Вестник КрасГАУ. 2008;(4):182-6.
3. Бейдеман ИН. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука; 1974.
4. Березина НА. Экология растений: учебник для вузов. М.: Юрайт; 2025.
5. Беркутенко АН. Древесные растения северного Сахалина. Атлас-определитель. Иркутск.: Облмашинформ; 2007.
6. Булыгин НЕ. Биологические основы дендрофенологии: учебное пособие по курсу дендрологии. Л.: ЛТА; 1982.
7. Булыгин НЕ. Дендрология. Л.: Агропромиздат; 1991.
8. Булыгин НЕ, Калугин ЮГ. Фенологические особенности некоторых видов в Санкт-Петербурге. Растительные ресурсы. 2000;(3):39-47.
9. Бухарина ИЛ, Двоглазова АА. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях: монография. Ижевск: Удмуртский университет; 2010.
10. Бухарина ИЛ, Поварнишина ТМ, Ведерников КЕ. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА; 2007.
11. Владимирова ВН. История фенологических наблюдений [Электронный ресурс] <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/nakoplenie-i-razvitiye-fenologicheskikh-znaniy-v-rossii.html> (дата обращения 22.04.2025).
12. Воскресенский ВС. Экологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: автореф... дисс. кан. биол. наук. Казань: 2011.
13. Герасимова АА. Фенологический мониторинг древесно-кустарниковой растительности г. Тюмени: автореф... дисс. кан. биол. наук. Тюмень, 2015.
14. Зайцев ГН. Фенология древесных растений. М.: Наука; 1981.
15. Карташов ЮГ, Корнева ИГ. Эколого-фенологические исследования в Сахалинской области: сборник научных трудов. – Владивосток: Дальневосточный научный центр АН СССР; 1984.
16. Таран АА, Таран Ана, Чабаненко СИ, Шейко ВВ, Кажаява МВ. Каталог растений Сахалинского ботанического сада ДВО РАН. Южно-Сахалинск: СФ БСИ ДВО РАН; 2011.
17. Кунина ВА. Эколого-биологическая характеристика видов древесных растений в условиях городской среды: автореф... дисс. кан. биол. наук. Ялта; 2021.
18. Латынина НА. Значение фенологии при изучении древесных растений [Электронный ресурс] <https://flora.kak-pochemy.ru/znachenie-fenologii-pri-izuchenii-drevesnyh-rasteniy> (дата обращения 22.04.2025).
19. Лисотова ЕВ. Эколого-физиологические особенности древесных растений в искусственных насаждениях (на примере г. Красноярск): дисс. канд. с.-х. наук. Красноярск; 2022.
20. Матвеева АФ. Флора юго-восточной части острова Сахалин. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023;(87): 54-60.
21. Медведева ЕЮ, Сродных ТБ. Фенологическое развитие тополей в условиях города Екатеринбурга. Аграрный вестник Урала. 2014;(121): 56-9.
22. Неверова ОА, Колмогорова ЕЮ. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты. Новосибирск: Наука; 2003.
23. Никольская АН. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М.: Владос; 2001.
24. Янцер ОВ, Терентьева ЕЮ. Общая фенология и методы фенологических исследований. Екатеринбург: УрГПУ; 2013.
25. Петухов АВ. Атлас сосудистых растений окрестностей Южно-Сахалинска. Южно-Сахалинск: Эйкон; 2010.
26. Полякова ЕВ. Особенности развития и жизнеспособность древесных растений в условиях городской среды (на примере г. Владивостока): автореф... дисс. кан. биол. наук. Владивосток; 2004.
27. Саидов НС. Биологические и эколого-физиологические особенности древесных растений



- в условиях городской среды: автореф дисс. канд. биол. наук. Душанбе; 2010.
28. Сунгурова ГА. Особенности фенологии древесных видов на северном и южном пределе их ареалов в условиях интродукционного стресса. Лесной вестник. 2023;(2):49-58.
  29. Смирнов АА. Распространение сосудистых растений на острове Сахалин. Южно-Сахалинск: Институт морской геологии и геофизики Сахалинского научного центра ДВО РАН; 2002.
  30. Толмачев АИ. Геоботаническое районирование острова Сахалина. Л.: АН СССР; 1955.
  31. Толмачев АИ. О флоре острова Сахалина. Комаровские чтения. 1959;(12): 23-31.
  32. Третьяков НН, Третьяков ТВ, Карнаухова ЛА. Практикум по физиологии растений. М.: Агропромиздат; 1990.
  33. Терентьева ЕЮ. Учебно-методический комплекс дисциплины «Методы феномониторинга». Екатеринбург: Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького; 2008.
  34. Тишин ДВ, Чижикова НА. Фенология (методика наблюдений). Казань: Казанский федеральный университет; 2022.
  35. Шалыт МС. Стационарные фенологические наблюдения над растительностью и построение фитофенологических спектров. Труды фенологического совещания. 1960;(3):349-58.
  36. Широкова НП. Взаимосвязь фенологии и биологии некоторых видов древесных растений средней полосы России. Молодой ученый. 2014;(21):260-3.
  37. Шиманюк АП. Дендрология. М.: Лесная промышленность; 1974.
  38. Шульц ГЭ. Общая фенология. Л.: Наука; 1981.
  39. Сазонов ЭВ. Экология городской среды: учебник для вузов. М.: Юрайт; 2025.

